

T S1/5/1

1/5/1

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

011517436 **Image available**

WPI Acc No: 1997-493922/199746

XRPX Acc No: N97-411086

Optical scanner for electrophotographic recording device connected to computer - has beam radiator controlled by beam radiation controller so that scanning termination and starting positions during return scanning and forward scanning operations will correspond to each other respectively

Patent Assignee: BROTHER KOGYO KK (BRER)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 9230276	A	19970905	JP 9632185	A	19960220	199746 B
JP 3584595	B2	20041104	JP 9632185	A	19960220	200472

Priority Applications (No Type Date): JP 9632185 A 19960220

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	--------	----------	--------------

JP 9230276 A 13 G02B-026/10

JP 3584595 B2 17 G02B-026/10 Previous Publ. patent JP 9230276

Abstract (Basic): JP 9230276 A

The optical scanner has a beam radiating unit which radiates a beam. An optical deflector deflects the beam when its deflection surface oscillates. A beam radiation controller controls the beam radiating unit so that the beam deflected by the optical deflector does the two-way scanning of the upper part of a scanned medium.

The beam radiating unit is controlled so that the scanning termination position (EF) and scanning starting position during a forward scanning operation will correspond to the scanning termination position and scanning starting position (SB) during a return scanning operation respectively.

ADVANTAGE - Prevents output image clarity deterioration. Compensates termination position offset during forward scanning operation. Prevents deviation in respective scanning areas of forward and return scanning operations. Simplifies apparatus structure by reducing number of components through use of only one beam detector.

Dwg.5/9

Title Terms: OPTICAL; SCAN; ELECTROPHOTOGRAPHIC; RECORD; DEVICE; CONNECT; COMPUTER; BEAM; RADIATOR; CONTROL; BEAM; RADIATE; CONTROL; SO; SCAN; TERMINATE; START; POSITION; RETURN; SCAN; FORWARD; SCAN; OPERATE; CORRESPOND; RESPECTIVE

Derwent Class: P81; T01; T04; W02

International Patent Class (Main): G02B-026/10

International Patent Class (Additional): H04N-001/113

File Segment: EPI; EngPI

?

OPTICAL SCANNER

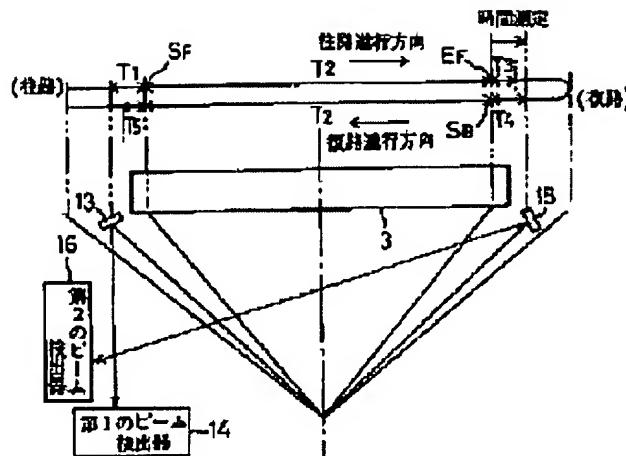
Patent number: JP9230276
Publication date: 1997-09-05
Inventor: WATANABE MITSUYOSHI
Applicant: BROTHER IND LTD
Classification:
 - international: G02B26/10; H04N1/113
 - european:
Application number: JP19960032185 19960220
Priority number(s):

[Report a data error here](#)

Abstract of JP9230276

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent picture quality from being deteriorated by compensating the deviation between the scanning completion position of a going path and the scanning start position of a returning path to be generated due to the fluctuation of a deflection frequency at the time of performing a reciprocating scanning in the case of deflecting a laser beam by using a sinusoidal oscillation.

SOLUTION: The adjustment time T4 required for the laser beam which is to be deflected by an optical deflecting element to reach a second beam detector 16 from the scanning completion position EF of a going path is measured and in a returning path, a time from the laser beam is made incident on the second beam detecting element 16 till it starts the scanning of the returning path is made coincide with the adjustment time T4. Thus, the scanning completion position EF of the going path and the scanning start position SB of the returning path are made to completely coincide.



Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Patent Abstracts of Japan

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-230276

(43)公開日 平成9年(1997)9月5日

(51)Int.Cl.⁶
G 0 2 B 26/10
H 0 4 N 1/113

識別記号 104

F I
G 0 2 B 26/10
H 0 4 N 1/04

技術表示箇所
104 Z
104 Z

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全13頁)

(21)出願番号

特願平8-32185

(22)出願日

平成8年(1996)2月20日

(71)出願人 000005267

プラザー工業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号

(72)発明者 渡▲なべ▼ 光由

愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 プラザー工業株式会社内

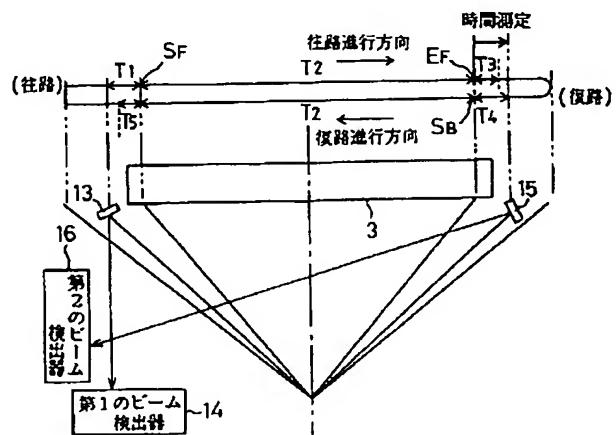
(74)代理人 弁理士 足立 勉

(54)【発明の名称】 光走査装置

(57)【要約】

【課題】 正弦揺動を用いてレーザビームを偏向させる光走査装置において往復走査を行う際の、偏向周波数の変動に起因して生じる往路の走査終了位置と復路の走査開始位置のずれを補償し、画質の悪化を防止する。

【解決手段】 光偏向素子により偏向されるレーザビームが、往路の走査終了位置E_Fより第2のビーム検出器16まで達するために要する調整時間T₄を測定し、復路において、レーザビームが第2のビーム検出器16に入射されてから復路の走査を開始するまでの時間を、調整時間T₄と一致させることにより、往路の走査終了位置E_Fと復路の走査開始位置S_Bとを完全に一致させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ビームを出射する光ビーム出射手段と、偏向面が正弦揺動することにより前記光ビームを偏向させる光偏向手段と、前記光偏向手段により偏向された光ビームが被走査媒体上を往復走査するように前記光ビーム出射手段を制御する出射制御手段とを備えた光走査装置において、前記出射制御手段は、前記光ビームが前記被走査媒体上を復路走査するときの走査開始位置及び走査終了位置が、前記光ビームが前記被走査媒体上を往路走査したときの走査終了始位置及び走査開始位置と各々一致するように、前記光ビーム出射手段を制御することを特徴とする光走査装置。

【請求項2】 前記出射制御手段は、往路・復路のいずれにおいても走査開始から走査終了までが所定時間となるように前記光ビーム出射手段を制御すると共に、前記光ビームが前記被走査媒体上を復路走査するときの走査開始位置が前記光ビームが前記被走査媒体上を往路走査したときの走査終了位置と一致するように前記光ビーム出射手段を制御することを特徴とする請求項1記載の光走査装置。

【請求項3】 前記出射制御手段は、往路において前記光偏向手段の偏向面が走査終了位置に対応する走査終了角度から、該走査終了角度よりも往路進行方向側の所定位置に対応する所定角度まで変化したときの時間を測定する時間測定部と、復路において前記光偏向手段の偏向面が前記所定角度に達した後、前記時間測定部により測定された時間が経過したことを検出する時間検出部とを備えたことを特徴とする請求項2記載の光走査装置。

【請求項4】 往路の走査終了位置よりも往路進行方向側の所定位置に光ビームが達したことを検出する光ビーム検出手段を備え、前記出射制御手段の前記時間測定部は、光ビームが往路の走査終了位置に達した時から前記光ビーム検出手段の検出信号を入力する時までの時間を測定し、前記時間検出部は、復路において前記光ビーム検出手段の検出信号を入力した時から前記時間測定部が測定した時間が経過した時点を検出することを特徴とする請求項3記載の光走査装置。

【請求項5】 往路の走査開始位置よりも往路進行方向と反対側の所定位置に光ビームが達したことを検出する往路開始用検出手段を備え、前記出射制御手段は、往路において前記往路開始用検出手段の検出信号を入力してから所定タイミングで前記光ビーム出射手段に光ビームを出射させて往路の走査を開始させることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の光走査装置。

【請求項6】 前記光ビーム検出手段と前記往路開始用

検出手段は同一の検出器であることを特徴とする請求項5記載の光走査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば、電子計算機から送られてくるコード化された信号を高速に印字出力する電子写真方式の記録装置において、レーザビーム等のビームを電子計算機等からの信号に応じて偏向、変調制御する光走査装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、電子計算機からの画像情報の記録を担う記録装置として、電子写真方式による記録装置が用いられている。以下、このような記録装置に用いられる従来の光走査装置について図8を用いて説明する。図8は従来の光走査装置71を示す平面図である。

【0003】光走査装置71は、主として、筐体72と感光ドラム73から成る。筐体72は、記録媒体である感光ドラム73を照射するに必要なレーザビームを形成する全ての部材、即ちレザユニット76、シリンドリカルレンズ77、ポリゴンミラー78、結像レンズ79、ビーム検出器ユニット80を備えている。

【0004】レザユニット76は、半導体レーザ74とコリメータレンズ75とから構成されている。このうち、半導体レーザ74は、レーザビームを水平方向に発振するものである。また、コリメータレンズ75は、半導体レーザ74から発振されたレーザビームを入射可能に設置されている。このコリメータレンズ75を通過したレーザビームは、コリメータレンズ75の光軸と一致した平行ビームとなる。

【0005】シリンドリカルレンズ77は、コリメータレンズ75より出射されたレーザビームを、6面の反射面を有する正六角形状のポリゴンミラー78の1つの反射面上に入射させる。ポリゴンミラー78は、高精度の軸受けに支えられた軸に取りつけられ、定速回転する図示しないモータにより駆動される。このモータの駆動により回転するポリゴンミラー78によって、レーザビームはほぼ水平に掃引されて等角速度で偏向される。尚、ポリゴンミラー78は主にアルミニウムを材料として形成されており、その作成の際には一般に切削加工法が用いられる。また、モータの種類としては、公知のヒステリシスシンクロナスマータ、DCサーボモータ等が挙げられる。これらは、磁気駆動力により回転力を得ることからコイルの巻線や、鉄板を含む磁気回路をモータ内に形成することが必要となるため、その容積は比較的大きなものとなる。

【0006】結像レンズ79は、 $f\theta$ 特性を有するレンズであり、ポリゴンミラー78によりほぼ水平に掃引されて出射したレーザビームを感光ドラム73上にスポット光として結像させるものである。ビーム検出器ユニット80は、画像領域を妨げない範囲に設けられ、1個の

反射ミラー81と小さな入射スリットを有するスリット板82と応答速度の速い光電変換素子基板83から成る。上記ポリゴンミラー78により掃引されたレーザビームがスリット板82を介して光電変換素子基板83に入射すると、光電変換素子基板83はレーザビームの位置を検出したことを表す検出信号を図示しないレーザビーム出射制御装置に出力する。

【0007】図示しないレーザビーム出射制御装置は、この検出信号により感光ドラム73上に画像データに応じた光情報を与えるための半導体レーザ74への入力信号のスタートタイミングを制御している。上記のごとく画像信号に応じて変調されたレーザビームは感光ドラム73に照射され、公知の電子写真プロセスにより顕像化された後、普通紙等の転写材上に転写定着されハードコピーとして出力される。

【0008】しかし、従来の光走査装置71では、上述した通り、アルミニウム製のポリゴンミラーや、それを駆動するためのヒステリシスシンクロナスマータ、DCサーボモータ等を使用しているため、外形形状、重量とも一般的に大きくなってしまい、この光走査装置を組み込んだ記録装置の小型化に寄与し得ないという問題点があった。

【0009】この点に鑑み、特公昭60-57052号公報、特公昭60-57053号公報、実公平2-19783号公報、実公平2-19784号公報、実公平2-19785号公報に記載されているような、水晶基板を用いる機械振動子の表面にレーザビームを反射するための反射鏡を形成してなる光偏向素子を有する光走査装置も提案されている。

【0010】例えば、特公昭60-57052号には、図9に示すように、バネ部92、93によってフレーム91に支持された可動部94と、この可動部94に設けられた反射鏡95及びコイルパターン96とを備えた光偏向素子90が開示されている。この光偏向素子90は、コイルパターン96を磁界中に配置した状態でコイルパターン96に電流を流すことにより偏向面即ち反射鏡95の鏡面を正弦的に往復振動させ、反射鏡95に入射する光ビームを偏向走査するものである。なお、この往復振動の周波数を偏向周波数と称する。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特公昭60-57052号等に開示された光偏向素子90を用いた光走査装置では、光偏向素子90を大量生産する際に個々の光偏向素子が有する偏向周波数のばらつきが生じたり、温湿度変化や経時変化によって偏向周波数に変化が生じることがあった。

【0012】従って、光偏向素子90にて偏向される光ビームの偏向角速度は、各光偏向素子90によって大きな個体差が出たり、環境変化に起因する変動が生じたりするため、このような光偏向素子90を用いた光走査装

置を画像記録装置に用いて、往復走査を行う場合、往路での走査終了位置と復路での走査開始位置がずれて画質が悪化するという問題点があった。

【0013】また、往復振動の片方向のみを光走査に用いる場合にはこのような問題は生じないが、光走査に利用されない無効時間が大きくなるため、往復走査を行う場合と同速度で画像を記録するためには、画像情報の変調周波数を大きくしなければならず、結果的に発振器、ASIC等のコストアップにつながった。

【0014】本発明は、上述した種々の問題点を解決するためになされたものであり、偏向面が正弦揺動して往復走査を行う際に画質が悪化することのない光走査装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段及び発明の効果】請求項1記載の発明は、光ビームを出射する光ビーム出射手段と、偏向面が正弦揺動することにより前記光ビームを偏向させる光偏向手段と、前記光偏向手段により偏向された光ビームが被走査媒体上を往復走査するよう前記光ビーム出射手段を制御する出射制御手段とを備えた光走査装置において、前記出射制御手段は、前記光ビームが前記被走査媒体上を復路走査するときの走査開始位置及び走査終了位置が、前記光ビームが前記被走査媒体上を往路走査したときの走査終了始位置及び走査開始位置と各々一致するように、前記光ビーム出射手段を制御することを特徴とする。

【0016】かかる請求項1記載の光走査装置では、光ビーム出射手段により出射された光ビームは、光偏向手段の偏向面に入射される。この偏向面は正弦揺動するため、入射した光ビームは偏向して被走査媒体に向かう。出射制御手段は、前記光偏向手段により偏向された光ビームが被走査媒体上を往復走査するよう光ビーム出射手段を制御する。例えば、往路において、光偏向手段の偏向面が正弦揺動して被走査媒体上の所定の位置（走査開始位置）に光ビームを到達させ得る角度になったときに、出射制御手段はそのタイミングで光ビーム出射手段による光ビームの出射を開始させる。すると、光ビームは偏向面に入射した後、偏向して被走査媒体の走査開始位置に照射され、光偏向手段の偏向面が正弦揺動するに従って光ビームは被走査媒体を往路走査する。そして、光偏向手段の偏向面が被走査媒体上の所定の位置（走査終了位置）に光ビームを到達させ得る角度になったときに、そのタイミングで光ビーム出射手段からの光ビームの出射を停止させる。これにより往路走査が完了する。偏向面が正弦揺動を開始して1/2周期を過ぎたあとの復路においても、往路と同様にして走査を行う。このようにして、出射制御手段は、光ビームが被走査媒体上を往復走査するよう光ビーム出射手段を制御するのである。

【0017】ここで、請求項1記載の光走査装置の特徴

として、出射制御手段は、光ビームが被走査媒体上を復路走査するときの走査開始位置が往路走査したときの走査終了始位置と一致するように、また、光ビームが被走査媒体上を復路走査するときの走査終了位置が往路走査したときの走査開始位置と一致するように、光ビーム出射手段を制御する。このため、たとえ光偏向手段の偏向面が正弦揺動するときの偏向周波数、偏向角速度が経時的に変動したとしても、上記のように出射制御手段により補正されるため、往路と復路の走査領域がずれることがない。

【0018】このように、請求項1記載の光走査装置によれば、偏向面が正弦揺動して往復走査を行う際、たとえ経時的に光偏向手段の偏向面の偏向周波数が変化したとしても画質が悪化することはないという効果が得られる。また、従来のポリゴンミラーを用いる光走査装置に比べて、正弦揺動する偏向面を有する光偏向手段を用いているため、外形形状、重量とも小さくできるという効果も得られる。

【0019】請求項2記載の発明は、請求項1記載の光走査装置であって、前記出射制御手段は、往路・復路のいずれにおいても走査開始から走査終了までが所定時間となるように前記光ビーム出射手段を制御すると共に、前記光ビームが前記被走査媒体上を復路走査するときの走査開始位置が前記光ビームが前記被走査媒体上を往路走査したときの走査終了位置と一致するように前記光ビーム出射手段を制御することを特徴とする。

【0020】かかる請求項2記載の光走査装置では、出射制御手段は、光ビームが被走査媒体上を復路走査するときの走査開始位置が往路走査したときの走査終了位置と一致するように光ビーム出射手段を制御し、且つ、往路・復路のいずれにおいても走査開始から走査終了までが所定時間（例えば予め設定した時間）となるように光ビーム出射手段を制御する。このように制御することにより、復路走査するときの走査終了位置と往路走査するときの走査開始位置も一致する。

【0021】このように、請求項2記載の光走査装置によれば、請求項1と同様の効果を得ることができる。請求項3記載の発明は、請求項2記載の光走査装置であって、前記出射制御手段は、往路において前記光偏向手段の偏向面が走査終了位置に対応する走査終了角度から、該走査終了角度よりも往路進行方向側の所定位置に対応する所定角度まで変化したときの時間を測定する時間測定部と、復路において前記光偏向手段の偏向面が前記所定角度に達した後、前記時間測定部が測定した時間が経過したことを検出する時間検出部とを備えたことを特徴とする。

【0022】かかる請求項3記載の光走査装置では、出射制御手段のうち時間測定部が、往路において光偏向手段の偏向面が走査終了位置に対応する走査終了角度から、該走査終了角度よりも往路進行方向側の所定位置に

対応する所定角度まで変化したときの時間を測定する。そして、出射制御手段のうち時間検出部が、復路において前記光偏向手段の偏向面が前記所定角度に達した後、前記時間測定部が測定した時間が経過したことを検出する。この時間検出部が検出したタイミングで復路の走査を開始させれば、即ち光ビーム出射手段から光ビームを出射させれば、復路走査するときの走査開始位置と往路走査したときの走査終了位置とが一致する。

【0023】このように、請求項3記載の光走査装置によれば、請求項2と同様の効果即ち請求項1と同様の効果を得ることができる。尚、光偏向手段の偏向面が前記所定角度まで変化したか否かは、例えば、偏向面の位置を検出可能な位置センサや角度センサによって判断してもよいが、後述の請求項4に記載したように、往路の走査終了位置よりも往路進行方向側の所定位置に光ビーム検出手段を設け、この光ビーム検出手段の検出信号によって判断してもよい。

【0024】請求項4記載の発明は、請求項3記載の光走査装置であって、往路の走査終了位置よりも往路進行方向側の所定位置に光ビームが達したことを検出する光ビーム検出手段を備え、前記出射制御手段の前記時間測定部は、光ビームが往路の走査終了位置に達した時から前記光ビーム検出手段の検出信号を入力する時までの時間を測定し、前記時間検出部は、復路において前記光ビーム検出手段の検出信号を入力した時から前記時間測定部が測定した時間が経過した時点を検出することを特徴とする。

【0025】かかる請求項4記載の光走査装置によれば、出射制御手段の時間測定部は、往路において、光ビームが往路の走査終了位置に達した時から、光ビーム検出手段が往路の走査終了位置よりも往路進行方向側に定めた位置に光ビームが達したことを検出した時までの時間を測定する。このとき、出射制御手段は、例えば次のように制御する。即ち、光ビームが往路の走査終了位置に達した時点で時間測定部により時間の測定を開始すると同時に光ビーム出射手段に光ビームの出射を停止させ、その後、光偏向手段の偏向面が前記所定位置に対応する所定角度に至る前に光ビーム出射手段に光ビームを再び出射させる。その後、光ビーム検出手段が光ビームを検出した時点で時間測定部による時間の測定を終了すると同時に光ビーム検出手段に光ビームの出射を停止させる。

【0026】また、出射制御手段の時間検出部は、復路において光ビーム検出手段の検出信号を入力した時から、時間測定部が測定した時間が経過した時点を検出する。このとき、出射制御手段は、例えば次のように制御する。即ち、往路において光ビーム検出手段が光ビームを検出した時点で光ビーム出射手段に光ビームの出射を停止させ、その後、復路において光偏向手段の偏向面が前記所定位置に対応する所定角度に至る前に光ビーム出

射手段に光ビームを再び出射させる。その後、光ビーム検出手段が光ビームを検出した時点で光ビーム出射手段に光ビームの出射を停止させると同時に時間検出部により時間測定部の測定した時間をカウントダウンする。その後、時間検出部のカウントダウンが終了した時点で光ビーム出射手段に光ビームを出射させる。これにより、復路の走査開始位置と往路の走査終了位置とが一致する。

【0027】このように、請求項4記載の光走査装置によれば、請求項3と同様の効果即ち請求項1と同様の効果を得ることができる。請求項5記載の発明は、請求項1～4のいずれかに記載の光走査装置であって、往路の走査開始位置よりも往路進行方向と反対側の所定位置に光ビームが達したことを検出する往路開始用検出手段を備え、前記出射制御手段は、往路において前記往路開始用検出手段の検出信号を入力してから所定タイミングで前記光ビーム出射手段に光ビームを出射させて往路の走査を開始させることを特徴とする。

【0028】かかる請求項5記載の光走査装置では、往路の走査開始前に、光ビームが往路の走査開始位置よりも往路進行方向と反対側(つまり手前側)の所定位置に達したとき、往路開始用検出手手段はこれを検出する。出射制御手段は、往路において、往路開始用検出手手段の検出信号を入力してから所定タイミングで光ビーム出射手段に光ビームを出射させる。これにより、往路の走査が開始される。

【0029】このように、請求項5記載の光走査装置によれば、請求項1～4記載の発明の効果に加えて、往復走査を繰り返し行ったとしても往路走査は同じタイミングで開始されるため、走査媒体上の縦方向に並ぶ往路の走査開始位置はジグザグになったりせず、きれいに揃うという効果が得られる。

【0030】請求項6記載の発明は、請求項5記載の光走査装置であって、前記光ビーム検出手手段と前記往路開始用検出手手段は同一の検出器であることを特徴とする。かかる請求項6記載の光走査装置では、例えば、往路の走査開始位置よりも往路進行方向と反対側に定めた位置に達した光ビームと、往路の走査終了位置よりも往路進行方向に定めた位置に達した光ビームとを、ミラーなどで屈折させて、同一の検出器に入力されるように構成する。

【0031】このように、請求項6記載の光走査装置によれば、光ビーム検出手手段及び往路開始用検出手手段を同一の検出器としたため、請求項5記載の発明の効果に加えて、装置構成が簡素化され部品点数が削減できるという効果が得られる。

【0032】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の好適な実施例を図面に基づいて説明する。尚、本発明の実施の形態は、下記の実施例に何ら限定されるものではなく、本発明の

技術的範囲に属する限り種々の形態を採り得ることはいうまでもない。

【第1実施例】図1は第1実施例の光走査装置の概略説明図、図2は光偏向素子の斜視図である。

【0033】光走査装置1の筐体2には、被走査媒体である感光ドラム3を照射するに必要なレーザビームを形成する全ての部材、即ちレーザユニット25(本発明の光ビーム出射手段)、偏向器10(本発明の光偏向手段)、第1のビーム検出器14(本発明の往路開始用検出手手段)、第2のビーム検出器16(本発明の光ビーム検出手手段)、制御ユニット50(本発明の出射制御手段)が備えられている。

【0034】レーザユニット25は、筐体2の一部位である円筒開口部6に一体化されて固定され、半導体レーザ4とコリメータレンズ5と鏡筒7とから構成されている。このうち、半導体レーザ4は、外部から入力される画像信号に従って強弱に変調されたレーザビームを射出し、コリメータレンズ5に入射させる。また、コリメータレンズ5は、円筒形状のガラスレンズからなり、半導体レーザ4から出射されたレーザビームを受けて平行なレーザ光として鏡筒7の開口から射出させるものである。このような円筒形状のレンズとしては、円筒軸垂直方向に屈折率分布を持ったGRINレンズが知られている。鏡筒7は、樹脂成型品からなり、コリメータレンズ5を、鏡筒7の外形円筒面の中心軸と、コリメータレンズ5の光軸がほぼ一致するように保持するものである。半導体レーザ4とコリメータレンズ5は、半導体レーザ4の発光点がコリメータレンズ5の光軸に略一致し、また半導体レーザ4の発光点がコリメータレンズ5の焦点に一致するように調整される。これらを調整することにより半導体レーザ4より放射されたレーザビームはコリメータレンズ5を通過後、コリメータレンズ5の光軸と略一致した平行ビームとなり、鏡筒7の開口により平行ビームの断面形状が所定の形状となるべく規制されて射出される。

【0035】偏向器10は、光偏向素子9とその光偏向素子9を正弦振動させるための駆動部11とからなり、筐体2に配設されている。この光偏向素子9の構成について、図2を参照して説明する。光偏向素子9を構成するフレーム41には、上部及び下部に一体形成されたバネ部42、43を介して可動部44が支持されている。これら、フレーム41、バネ部42、43及び可動部44は単一の絶縁基板によって構成されており、またこれらの形状は、フォトリソグラフィ及びエッチングの技術を利用して形成される。ここで、絶縁基板としては、例えば厚さが 5×10^{-5} m程度の水晶基板が使用可能である。なお、フレーム41は必ずしも必要ではない。また、可動部44には反射鏡45とコイルパターン46とがフォトリソグラフィ及びエッチングの技術を利用して形成されている。この反射鏡45の表面精度は、結像時

のビーム形状を乱さないようにするために、半導体レーザ4より出射されるレーザビームの波長の1/4程度とされる。また、上部及び下部のバネ部42、43にはそれぞれコイルパターン46への導通のためのリード線47、48が設けられており、上部側のリード線47にはコイルパターン46を飛び越して接続されるジャンパ線49が設けられている。尚、上述したフレーム41、バネ部42、43及び可動部44の形成方法や反射鏡45及びコイルパターン46の形成方法については、特公昭60-57052号公報に詳細に記載されているので、ここでの説明を省略する。また、偏向器10の駆動部11としては、例えば永久磁石が用いられ、所定のバイアス磁界を形成するように配置されている。

【0036】このように構成された本実施例の偏向器10では、光偏向素子9のコイルパターン46を駆動部11により与えられるバイアス磁界中に配置させ、リード線47、48及びジャンパ線49を介してコイルパターン46に電流を流すことにより、可動部44が上部及び下部のバネ部42、43を軸として正弦的に往復運動する。そして、可動部44がこのような往復運動することにより、反射鏡45にて反射されるレーザビームが偏向作用を受けて水平に掃引されるのである。

【0037】ここで、可動部44の往復運動によって、レーザビームが偏向される最大角度を全偏向角(図1参照)と呼ぶ。また、実際に画像の書き込みに利用される角度、すなわち走査開始位置へレーザビームが入射する時点での偏向角から走査終了位置へレーザビームが入射する時点での偏向角に至る角度を、実効偏向角(図1参照)と呼ぶ。全偏向角は、例えば100°程度であるが、実効偏向角はこれより小さく80°程度となる。

【0038】結像レンズ12は、1枚玉のプラスチックレンズからなり、偏向器10による偏向作用を受けたレーザビームを感光ドラム3上に結像させ、更に感光ドラム3上にてレーザビームによる走査線が略等速で主走査方向に移動するように $F \cdot \arcsin \theta$ 特性を有している。ところで一般の結像レンズでは、光線のレンズへの入射角がθの時、像面上での結像する位置rについて、 $r = F \cdot \tan \theta$ (Fは結像レンズの焦点距離)となる関係がある。しかし、本実施例のように、正弦運動する偏向器10により反射されるレーザビームは結像レンズ12への入射角が、時間と共に三角関数的に変化する。従って、一般の結像レンズを用いると共に一定時間間隔で半導体レーザ4をONすることにより間欠的にレーザビームを出射させて、そのビームスポット列を感光ドラム3上に結像させると、それらビームスポット列の間隔は等間隔とはならなくなる。よって、本実施例のように正弦運動する偏向器10を用いる光走査装置1においては、上述のような現象を避けるために、結像レンズ12として、 $r = F \cdot \arcsin \theta$ なる特性を有するものが用いられる。このような結像レンズ12をFア-

クサインθレンズと称する。

【0039】そして、結像レンズ12より出射されたレーザビームは、感光ドラム3上への照射を妨げない領域内でかつ往路の走査開始側に設けられた第1の導光ミラー13にて光路を折り返されて、筐体2の一部分として形成されている第1のナイフエッジ20を通過して第1のビーム検出器14に導かれる。また、感光ドラム3上への照射を妨げない領域内でかつ復路の走査開始側には第2の導光ミラー15が設けられており、結像レンズ12より出射され、往路の走査終了位置を掃引されたレーザビームは第2の導光ミラー15によって光路を折り返されて、筐体2の一部として形成されている第2のナイフエッジ21を通過して第2のビーム検出器16に導かれる。

【0040】第1のビーム検出器14および第2のビーム検出器16は、pinフォトダイオード等の光電変換素子からなり、掃引されるレーザビームを検出するものである。第1のビーム検出器14は、往路における画像情報を半導体レーザ4へ入力するスタートタイミングを制御するための検出信号を制御ユニット50に出力し、第2のビーム検出器16は、復路における画像情報を半導体レーザ4へ入力するスタートタイミングを制御するための検出信号を制御ユニット50に出力する。

【0041】また、第1のビーム検出器14および第2のビーム検出器16は、半導体レーザ4と同一の一枚の基板17平面上に配設されている。このため、第1のビーム検出器14および第2のビーム検出器16と半導体レーザ4を駆動するための駆動回路との間の電気信号の経路を短くすることができるので、回路系が周囲電気ノイズによって誤動作を起こす可能性を低くすることができる。さらに、第1のビーム検出器14および第2のビーム検出器16と半導体レーザ4とが同一の一枚の基板17平面上に配設されており、両者の駆動回路が基板17上に共存しているため、基板17の枚数が低減でき、基板間を結線するハーネス18の本数を同時に低減することができるという効果を合わせもっている。

【0042】基板17は、ネジにより筐体2に固定されており、ハーネス18伝い、または、直接の外力により、基板17が力を受けて半導体レーザ4が筐体2から抜けてしまったり、その位置がずれてしまったりするのを防ぐという効果を持っている。

【0043】第1のナイフエッジ20および第2のナイフエッジ21は筐体2の一部分として設けられている。なお、従来は、薄い金属を打ち抜き加工した矩形スリット状の部品を位置調整して筐体2にネジ等で固定して配設されていた。従って、本実施例のように、第1のナイフエッジ20および第2のナイフエッジ21を筐体2の一部分として形成したことにより、部品点数を低減できるという効果が得られる。

【0044】また、筐体2は一般に広く用いられている

ガラス繊維入りポリカーボネートにて形成されている。このため、各構成要素を位置精度よく担持し、振動による歪が小さい。制御ユニット50は、周知のCPU51、ROM52、RAM53、第1タイマカウンタ54、第2タイマカウンタ55及び出入力ポート56を備え、これらがバス57で接続されたものである。この制御ユニット50には、出入力ポート56を介して、第1及び第2のビーム検出器14、16からの検出信号が入力可能に接続され、レーザユニット25に制御信号（出射信号、停射信号）を出力可能に接続され、偏向器10に電流を流すための信号を出力可能に接続されている。

【0045】次に、上記構成を備えた光走査装置1の動作について説明する。レーザユニット25の半導体レーザ4は画像信号に基づいて点滅してレーザビームを発しており、このレーザビームはコリメータレンズ5によって平行ビームにされたのち、鏡筒7の開口により整形作用を受けて出射される。レーザビームは、偏向器10の光偏向素子9に形成されている反射鏡45に入射される。光偏向素子9の可動部44は駆動部11によって正弦的に揺動しているため、反射鏡45にて反射されるレーザビームは正弦的に往復偏向作用を受ける。光偏向素子9により偏向作用を受けたレーザビームは、さらに結像レンズ12としてのFアーチサインθレンズによって感光ドラム3上に結像されるべく収束作用を受ける。また、同時に、光偏向素子9により偏向されたレーザビームが感光ドラム3上を等速度にて走査されるような光路屈折作用を受ける。

【0046】結像レンズ12により収束作用を受けたレーザビームは、オリカエシミラー群19により光路を折り畳まれ、筐体2の一部位である窓23を経て感光ドラム3上に結像し、順次等速走査される。また、発光されたレーザビームは画像走査範囲（実効偏向角）外にて導光ミラー13により屈折され、第1のビーム検出器14に導かれる。

【0047】ここで、光走査装置1の電源を入れたとき即ち初期状態においては、偏向器10の光偏向素子9の反射鏡45は、レーザビームが出射されているとすれば該レーザビームが全偏向角の最も往路よりの位置（図1にて左端の位置）を照射するように位置決めされている。

【0048】光走査装置1の作動が開始されると、制御ユニット50は、ROM52に記憶されている制御プログラムに従って往復走査処理を開始する。この往復走査処理について図3～図5に基づいて説明する。尚、図3は往復走査処理のフローチャート、図4は往復走査処理のタイムチャート、図5は往復走査処理時の光走査装置の概略説明図である。

【0049】制御ユニット50は、まず、レーザユニット25に出射信号を出し、偏向器10の光偏向素子9のコイルパターン46に電流を流す（ステップ（以下

「S」という）10）。すると、レーザユニット25は、レーザビームを光偏向素子9の反射鏡45に出射する。また、光偏向素子9の反射鏡45の鏡面即ち偏向面は、正弦揺動を開始する。尚、レーザユニット25は、出射信号が入力されると次に停射信号が入力されるまでレーザビームを出射し続ける。

【0050】その後、光偏向素子9の反射鏡45が正弦揺動するにつれて、レーザビームは全偏向角の最も往路よりの位置から往路進行方向（図5参照）に進み第1の導光ミラー13に至る。このとき、第1のビーム検出器14は検出信号（1A信号）を制御ユニット50に出力する。制御ユニット50は、この1A信号を受けると、その時点から同期時間T1（予め設定された時間）のカウントダウンを第1タイマカウンタ54により開始し、同時に、レーザユニット25に停射信号を出力する（S11）。すると、レーザユニット25はレーザビームの出射を停止する。

【0051】その後、光偏向素子9の反射鏡45が正弦揺動するにつれて、反射鏡45はレーザビームが出射されているとすれば該レーザビームが感光ドラム3を照射する角度に達する。制御ユニット50は、上記同期時間T1が経過した時点で、レーザユニット25に出射信号と共に往路における画像情報を出し、且つ、第1タイマカウンタ54に走査時間T2（予め設定された時間）をセットし、該走査時間T2のカウントダウンを開始する（S12）。この同期時間T1が経過した時点が、往路の走査開始位置S_Fに対応する。また、制御ユニット50は、予め設定された走査時間T2が経過するまで、レーザユニット25に画像情報を出し続ける。これにより、レーザユニット25からは画像情報に基づいて点滅するレーザビームが出射される。また、画像情報によるレーザビームを受けた感光ドラム3は、公知の電子写真プロセス等により顕像化された後、普通紙または特殊紙より成る転写材上に周知の転写機構及び定着機構により転写・定着されハードコピーとして出力される。

【0052】その後、光偏向素子9の反射鏡45が正弦揺動するにつれて、レーザビームは往路の走査開始位置S_Fから往路進行方向に向かって走査する。制御ユニット50は、走査時間T2のカウントダウンが終了した時点即ち走査時間T2が経過した時点で、レーザユニット25に停射信号を出力すると共に、第1タイマカウンタ54に待ち時間T3（予め設定された時間）をセットし、該待ち時間T3のカウントダウンを開始し、同時に第2タイマカウンタ55により時間の測定を開始する（S13）。尚、この走査時間T2が経過した時点が、往路の走査終了位置E_Fとなる。この結果、レーザビームは往路走査し、往路の走査領域を形成したことになる。また、待ち時間T3は、レーザビームが出射されているとすれば該レーザビームが走査領域外で且つ第2の導光ミラー15に至る前という条件を満たす時間に設定

されている。この待ち時間T3は、光偏向素子9の偏向周波数が経時変化等により変化したとしても、上記条件を満たすような時間に設定されている。

【0053】その後、光偏向素子9の反射鏡45が正弦揺動するにつれて、反射鏡45はレーザビームが射出されているとすれば往路の走査終了位置E_Fから更に往路進行方向に向かう角度に達する。制御ユニット50は、待ち時間T3のカウントダウンが終了した時点即ち待ち時間T3が経過した時点で、レーザユニット25に出射信号を出力する(S14)。

【0054】その後、光偏向素子9の反射鏡45が正弦揺動するにつれて、レーザビームは第2の導光ミラー15に至り第2のビーム検出器16に入射される。すると、第2のビーム検出器16は検出信号(2A信号)を制御ユニット50に出力する。制御ユニット50は、この2A信号を受けると、その時点で第2タイマカウンタ55の時間測定を終了し、その測定時間を調整時間T4としてRAM53に一時記憶し、第2タイマカウンタ55をリセットする(S15)。

【0055】その後、光偏向素子9の反射鏡45が正弦揺動するにつれて、1/2周期に達し、それ以降、復路進行方向(図5参照)に方向が転換され、その後レーザビームは再び第2の導光ミラー15に至り第2のビーム検出器16に入射される。すると、第2のビーム検出器16は検出信号(2B信号)を制御ユニット50に出力する。制御ユニット50は、この2B信号を受けると、レーザユニット25に停射信号を出力し、RAM53に記憶した調整時間T4を第1タイマカウンタ54にセットし、該調整時間T4のカウントダウンを開始する(S16)。

【0056】その後、光偏向素子9の反射鏡45が正弦揺動するにつれて、反射鏡45はレーザビームが射出されているとすれば感光ドラム3へ至る角度に達する。制御ユニット50は、調整時間T4のカウントダウンが終了した時点即ち調整時間T4が経過した時点で、レーザユニット25に出射信号と共に復路における画像情報を出力し、且つ、第1タイマカウンタ54に走査時間T2をセットし、該走査時間T2のカウントダウンを開始する(S17)。尚、調整時間T4を経過した時点が、復路の走査開始位置S_Bに対応する。ここで、光偏向素子9の反射鏡45の正弦揺動は往路と復路では時間的に対称な動作であるため、往路の走査終了から往路において第2の導光ミラー15に入射されるまでの時間と、復路において第2の導光ミラー15に入射されてから復路の走査開始までの時間を等しく設定すれば、往路の走査終了位置E_Fと復路の走査開始位置S_Bは一致する。

【0057】その後、光偏向素子9の反射鏡45が正弦揺動するにつれて、レーザビームは復路の走査開始位置S_Bから復路進行方向に向かって走査する。制御ユニット50は、走査時間T2のカウントダウンが終了した時

点即ち走査時間T2が経過した時点で、レーザユニット25に停射信号を出力すると共に、第1タイマカウンタ54に待ち時間T5(予め設定された時間)をセットし、該待ち時間T5のカウントダウンを開始する(S18)。尚、この走査時間T2が経過した時点が、復路の走査終了位置E_Bとなる。この結果、レーザビームは復路走査し、復路の走査領域を形成したことになる。また、待ち時間T5は、レーザビームが射出されているとすれば該レーザビームが走査領域外で且つ第1の導光ミラー13に至る前という条件を満たす時間に設定されている。この待ち時間T5は、光偏向素子9の偏向周波数が経時変化等により変化したとしても、上記条件を満たすような時間に設定されている。

【0058】その後、光偏向素子9の反射鏡45が正弦揺動するにつれて、反射鏡45はレーザビームが射出されているとすれば復路の走査終了位置E_Bから更に復路進行方向に向かう角度に達する。制御ユニット50は、待ち時間T5のカウントダウンが終了した時点即ち待ち時間T5が経過した時点で、レーザユニット25に出射信号を出力する(S19)。

【0059】その後、光偏向素子9の反射鏡45が正弦揺動するにつれて、レーザビームは第1の導光ミラー13に至り第1のビーム検出器14に入射される。すると、第1のビーム検出器14は検出信号(1B信号)を制御ユニット50に出力する。制御ユニット50は、この1B信号を受けたか否かを判断し(S20)、1B信号を受けていなければ(S20でNO)、そのまま待機し、1B信号を受けたならば(S20でYES)、その後再びS11以下の処理を行う。

【0060】尚、同期時間T1をカウントする時間分解能を1ドットの印字に要する時間の8分の1とすれば、往路の走査開始位置S_Fのバラツキは8分の1ドット以内に抑えられる。これによって、縦方向に複数配列される往路の走査開始位置S_Fのいずれは肉眼で観察できないほど小さくなり、画質が向上する。また、調整時間T4を測定する時間分解能を1ドットの印字に要する時間の8分の1とすれば、往路の走査終了位置E_Fと復路の走査開始位置S_Bのいずれは8分の1以下に抑えられる。これによって、往路の走査終了位置E_Fと復路の走査開始位置S_Bのいずれは肉眼で観察できないほど小さくなり、画質が向上する。

【0061】ところで、図4においては、往路の走査開始位置S_Fより走査終了位置E_Fまでの間、及び、復路の走査開始位置S_Bより走査終了位置E_Bまでの間は、便宜上、半導体レーザ4が点灯し続けているように示されているが、実際は画像情報に応じて点滅を繰り返しているのである。以上の往復走査処理により、偏向周波数の変動があったとしても、往路の走査終了位置E_Fと復路の走査開始位置S_Bは常に一致する。また、往路の走査開始位置S_Fと復路の走査終了位置E_Bは、走査時間

T₂が予め設定された時間であるため、往路の走査終了位置E_Fと復路の走査開始位置S_Bが一致すれば、必然的に一致する。このため、偏向周波数の変動があったとしても、往路の走査領域と復路の走査領域がずれることなく、絶えず画質が良好であるという効果が得られる。

【0062】また、第1、第2のビーム検出器14、16は、第1、第2の導光ミラー13、15により折り返されたレーザビームを入射する構成であるため、画像領域の走査を妨げることのない位置に容易に設置できるという効果が得られる。尚、第2タイマカウンタ5らが本発明の時間測定部に相当し、S13における時間測定開始、S14における時間測定終了が本発明の時間測定部の処理に相当する。また、第1タイマカウンタ54が本発明の時間検出部に相当し、S16におけるT4のカウントダウン開始、S17におけるT4の経過の検出が本発明の時間検出部の処理に相当する。

【比較例】比較例は、往路の走査終了から復路の走査開始までの時間が一定（不变）に設定されている点を除き、上記第1実施例と同様の構成である。

【0063】光偏向素子9は、上述した特公昭60-57052号公報にも記載されている通り、単結晶水晶基板をエッチングプロセスとフォトリソグラフィープロセスにより加工したものからなる。この光偏向素子9の偏向周波数に経時変化や環境変化による変化が生じると、走査速度が変化し、結果的に走査開始位置及び走査終了位置のずれとして表れてしまう。片方向のみの走査においては、このずれによって画像情報が書き込まれる絶対位置がずれるという問題が生じるもの、環境による変化等のわずかなずれであれば画質が悪化することはない。しかし、往復走査を行う場合は、往路での走査終了位置E_Fと復路での走査開始位置S_Bがそれぞれ逆方向にずれるため、往路での走査開始位置S_Fと復路での走査終了位置E_Bもそれぞれ逆方向にずれ、往路と復路の走査領域が左右にずれるという状態となり、わずかなばらつきにおいても画質は著しく悪化する。

【0064】数値例及び図6に基づいてこれを具体的に説明する。図6は比較例において偏向周波数の変動が画質に与える影響を表す説明図である。光偏向素子9の偏向周波数の設計値が800Hzであり、初期における走査領域を210mm（A4サイズの紙面に相当）としたとき、偏向周波数800Hzにて走査開始位置から走査終了位置へ解像度300dpiにて画像情報を書き込みするような設計値にて半導体レーザ4を一定クロックに従って変調すると仮定する。

【0065】このとき、光偏向素子9に固有の偏向周波数が800Hzと比較してわずかに0.02%小さくなる方向に変化すれば、往路の走査終了位置E_Fは図6の紙面左方向に40μm程度ずれ、復路の走査開始位置S_Bは逆に紙面右方向に40μm程度ずれる。したがつ

て、計80μmのずれが生じることになり、これは解像度300dpiにおいては1dot分の大きさに相当する。このため、往路の走査終了位置E_Fに印字されたドット35と、復路の走査開始位置S_Bに印字されたドット34は、図6の円内に部分拡大して示したようにジグザグとなり、縦方向にきれいな直線を形成することができない。このように、往路の走査終了位置E_Fと復路の走査開始位置S_Bが1dotずれるということは、往路の走査領域と復路の走査領域が1dotずれることになり、画質が悪化することを意味する。以上のように、比較例において往復走査をおこなった場合では、偏向周波数のわずかな変動で画質の悪化が生じることがわかる。

【0066】これに対して、第1実施例は、上記比較例のように往路の走査終了から復路の走査開始までの時間を一定にするのではなく、往路における走査終了時から往路における第2の検出器16の検出信号を受けるまでの時間を測定し、これを調整時間T4とし、復路における第2の検出器16の検出信号（2B信号）を受けてから調整時間T4を経過した時点で、復路の走査を開始するようにしたため、往路と復路の走査領域がずれることがなくなり、画質が向上したものである。

【第2実施例】図7は第2実施例の光走査装置の概略説明図である。

【0067】第2実施例の光走査装置は、第1実施例の第2のビーム検出器16を設けず、第2の導光ミラー15で反射されたレーザビームを第3の導光ミラー26を用いて第1のビーム検出器14に導く構造としたものであり、その他の構成は第1実施例と同様である。この第2実施例によれば、第1のビーム検出器14からの信号を用いて、往路だけでなく復路の走査開始位置の制御を行うことができる。従って、第1実施例の効果に加えて、更に装置構成が簡素化され部品点数が削減でき、これに付随する電気回路も簡略化できるという効果が得られる。

【0068】尚、第2の導光ミラー15で反射されたレーザビームを、第3の導光ミラー26を用いることなく、直接第1のビーム検出器14に導く構造としてもよい。

【上記実施例の変形例】上記各実施例にて示したような光偏向素子9とバイアス磁界を与えるための駆動部11としての永久磁石とからなる正弦揺動共振型偏向器のみでなく、たとえば、永久磁石の代わりの駆動部として積層圧電素子と機械的変倍でこの機構を用いた正弦揺動共振型偏向器や、電磁駆動型のガルバノミラーのうち、レーザビームを偏向する偏向手段の機械共振点にて偏向に作用する素子が正弦的に揺動するような型のものであれば、いずれのものでもその偏向周波数が個体間でばらついたり、または、環境変動による偏向周波数の変化という共通の問題点を持ち得るため、上述した上記各実施例の主旨に添う構成をとることが可能となり、それにより

得られる効果は上記各実施例と同様に大きいものである。

【0069】また、上記各実施例において、往路の走査終了時から2A信号を検出した時までの時間を測定しこの時間をT4として記憶する(つまりT4の値を更新する)処理は、往復走査毎に行ってもよいが、偏向周波数は1回の往復走査毎に大きく変動するおそれは少ないため、往復走査を所定数繰り返した後(例えば1頁に相当する往復走査の後)に行ってもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1実施例の光走査装置の概略説明図である。

【図2】 第1実施例の光偏向素子の斜視図である。

【図3】 往復走査処理のフローチャートである。

【図4】 往復走査処理のタイムチャートである。

【図5】 往復走査処理時の光走査装置の概略説明図である。

【図6】 比較例において偏向周波数の変動が画質に与える影響を表す説明図である。

【図7】 第2実施例の光走査装置の概略説明図である。

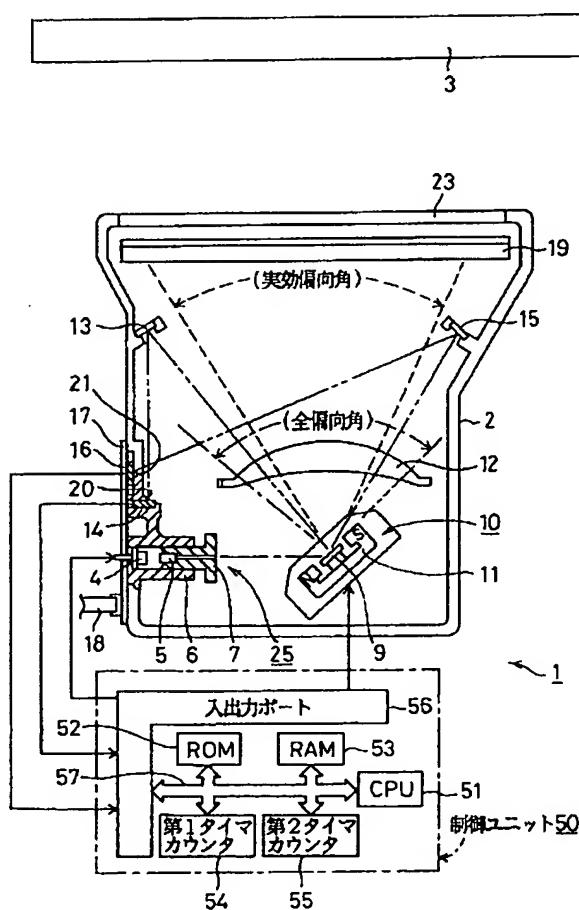
【図8】 ポリゴンミラーを用いた従来の光走査装置の概略説明図である。

【図9】 光偏向素子の斜視図である。

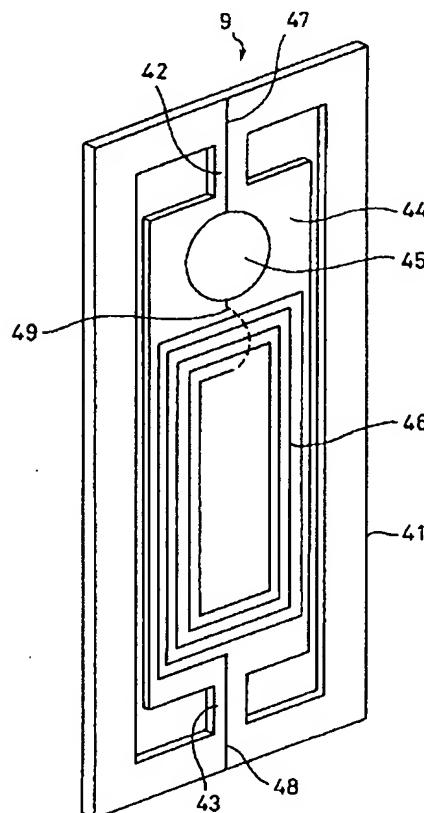
【符号の説明】

1 ····	光走査装置、	2 ····	筐体、
··· 感光ドラム、	3 ····	4 ····	半導体レーザ、
5 ···· コリメータレンズ、	5 ····	9 ····	光偏向素
10 ···· 側向器、	10 ····	11 ····	子、
12 ···· 結像レンズ、	12 ····	13 ····	駆動部、
14 ···· 第1のビーム検出器、	14 ····	14 ····	第1の導光ミラー、
15 ···· 第2の導光ミラー、	15 ····	15 ····	16 ···· 第2のビーム検出器、
16 ···· 基板、	16 ····	16 ····	17 ···· 基板、
17 ···· オリカエシミラー群、	17 ····	17 ····	19 ···· オリカエシミラー
25 ···· レーザユニット、	25 ····	25 ····	21 ···· レーザユニット、
41 ···· フレーム、	41 ····	42 ····	43 ···· バネ部、
42 ···· 可動部、	42 ····	43 ····	44 ···· 可動部、
43 ···· 反射鏡、	43 ····	45 ····	46 ···· 反射鏡、
44 ···· コイルパターン、	44 ····	46 ····	47 ···· 制御ユニット、
50 ···· 制御ユニット、	50 ····	51	

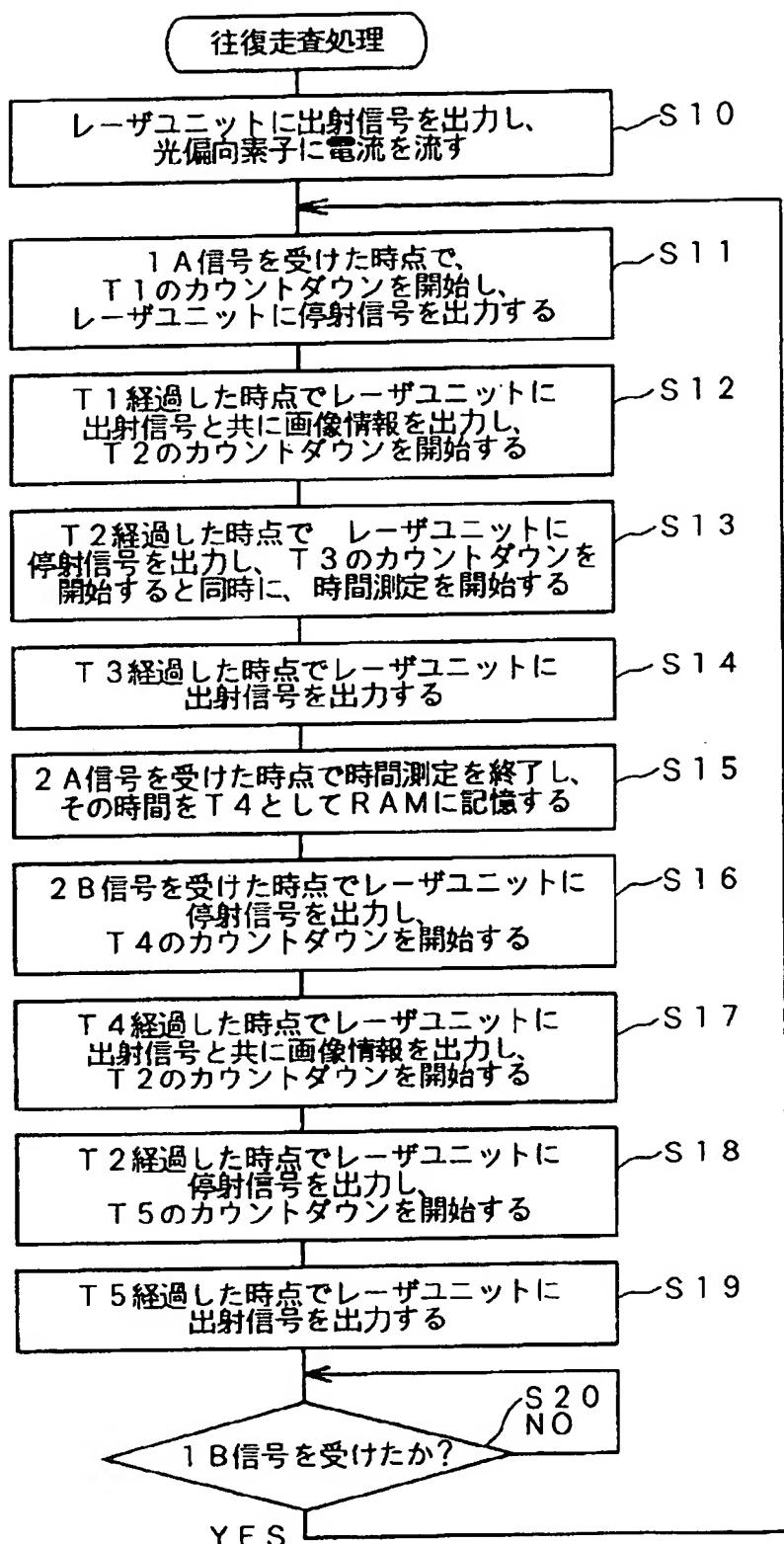
【図1】



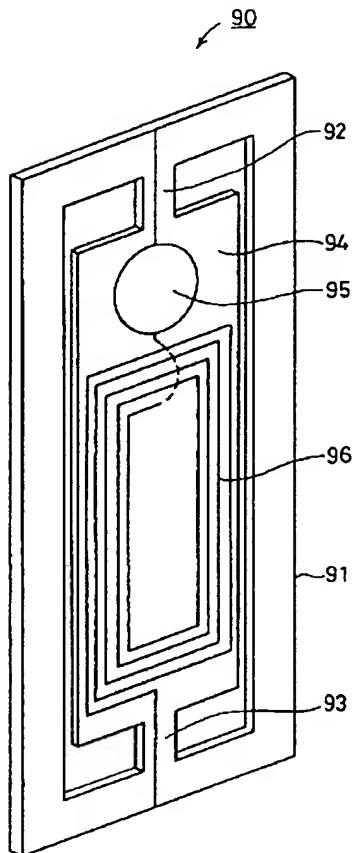
【図2】



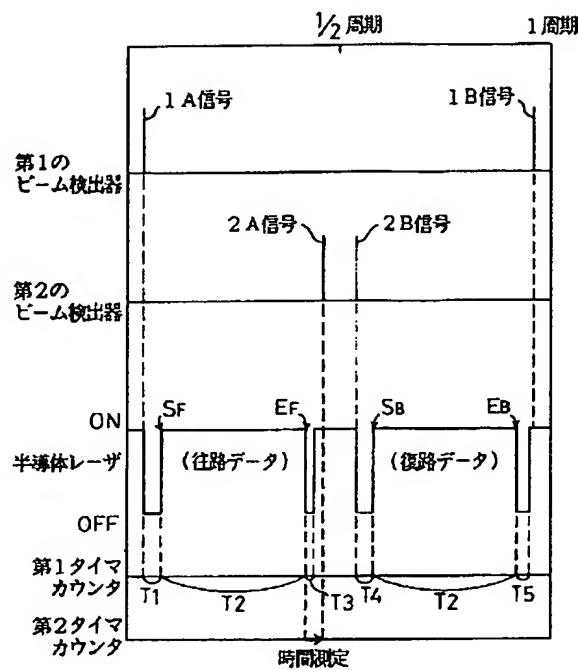
【図3】



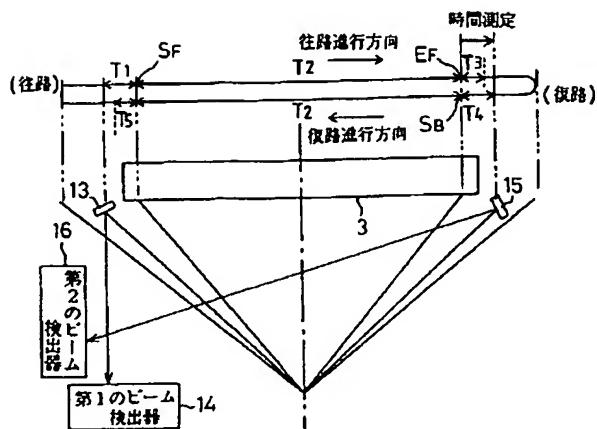
【図9】



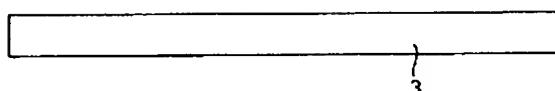
【図4】



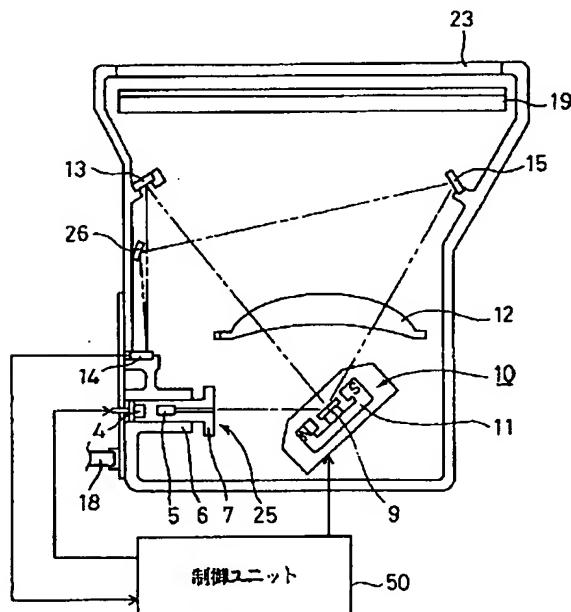
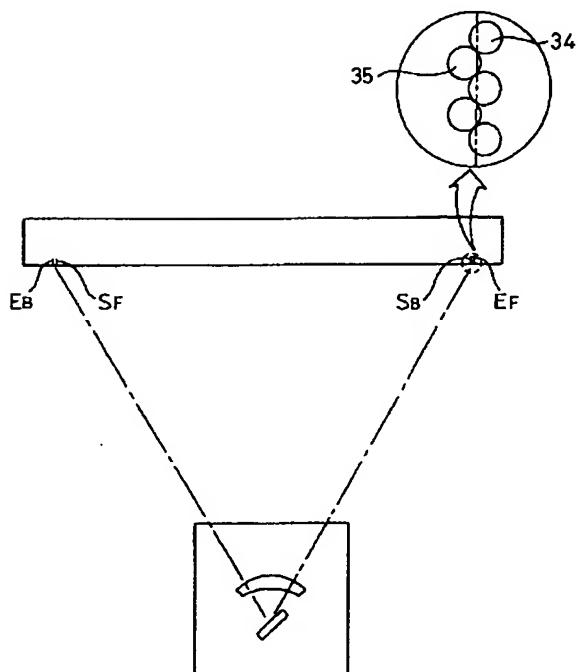
【図5】



【図7】



【図6】



【図8】

